



CAD/CAM/CAPP/PDM СИСТЕМА ADEM – ОТЕЧЕСТВЕННАЯ САПР ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПО ADEM ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ ADEM МЕСТО ADEM В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ И УЧЕБНЫХ ПРОЦЕССАХ

(ГРУППА КОМПАНИЙ ADEM)

Особенности и преимущества системы ADEM в области создания управляющих программ для станков с ЧПУ

На наш взгляд, наиболее ценен и интересен именно практический опыт применения той или иной САМ-системы в качестве средства производства. Именно с описания такого опыта начну доклад о достоинствах системы ADEM в части программирования ЧПУ-обработки.

Опыт на АО «Рск «МиГ» Производственный комплекс №2 г. Москва:

Благодаря внедрению САМ-системы ADEM САМ удалось сократить время обработки на 45-55%, уменьшить расход инструмента не менее чем в 2 раза, уменьшить расход электроэнергии примерно в 2 раза. Применение алгоритмов ПО ADEM в реальном производстве позволило значительно увеличить производительность оборудования и достичь скорости съема материала по алюминиевым сплавам до 140 кг/час, а по высокопрочным нержавеющей сталью – 18 кг/час. Свидетельством того, что разработчики ПО ADEM ориентируют свой продукт на задачи и потребности технологов-программистов каждого отдельного предприятия-пользователя служит факт добавления некоторых опций в функционал по техническому заданию специалистов «РСК «МиГ». Помимо этого специалисты ГК ADEM реализовали такие требования предприятия как:

- Схема винтовой выборки колодцев, которая позволила нам обрабатывать тонкостенные детали – толщина стенок и полок равна 2мм (при консольном креплении заготовки на расстоянии до 500 мм от места крепления!);
- Изменение глубины фрезерования через заданное время либо на каждом проходе для увеличения периода стойкости инструмента – при обработке труднообрабатываемых материалов (а именно – нержавеющей сталей и титанов).
- Зонная обработка для станков, не имеющих задней бабки

Нарезание резьбы инструментов с профилем, отличающимся от профиля резьбы (обработка шнеков на токарных станках). Производственный комплекс №2 «РСК «МиГ» занимается изготовлением элементов планера и фюзеляжа самолета. Следовательно, имеет дело с обработкой сложнопрофильных деталей с криволинейными поверхностями, которые в основном изготавливаются из труднообрабатываемых материалов: нержавеющей сталей и титанов. Так вот касательно точностных характеристик элементов обрабатываемых деталей,



можно отметить следующее – система ADEM позволяет задавать обработку любых геометрических моделей и получать детали по 7-му качеству точности только лишь с помощью операций фрезерования. То есть без прибегания к операциям абразивной обработки, таким как шлифование, полирование, доводка и пр. Примером служит получение сферической поверхности клапанной заслонки гидросистемы самолета с полем допуска в 21 микрон. Другой пример – изготовление шпангоутов с обводообразующими поверхностями - свободное попадание в поле допуска $\pm 0,02$ мм.

Опыт на АО «ЗЭМ «Энергия» имени С. П. Королева» г. Королев, Московская область:

Опыт на АО «Конструкторское бюро химической автоматики» г. Воронеж:

Опыт на «НАПО имени В. П. Чкалова» г. Новосибирск:

Достигнутые результаты проекта помогают из расчета на 1 изделие:

- Сократить рабочее время операторов приблизительно в 2,3 раза,
- Сократить амортизацию и износ оборудования в 2,3 раза,
- Практически полностью избежать слесарной доработки, существенно уменьшив, при этом, издержки на материал и трудочасы,
- Сократить расходы СОЖ и электроэнергии приблизительно в 2 раза,
- Сократить расходы на инструмент как за счёт повышенной износостойкости выбранного инструмента, так и за счёт уменьшения времени использования инструмента.

Таким образом, для выполнения текущего производственного плана по данной детали предприятию «НАПО им В.П. Чкалова» потребуется в 2 раза меньше времени и материалов, что в масштабах производства планеров SSJ-100 составляет колоссальную экономию.

Опыт на ПАО «ЗиО-Подольск»

Опыт на АО «МПО им. И. Румянцева»

Факторы, повлиявшие на достижение таких результатов:

1. Регулировка толщины срезаемой стружки при фрезеровании:

Помимо задания и расчета основных режимов резания, таких как глубина, подача и скорость, немаловажную роль играет вычисление и контроль оптимальной толщины стружки при фрезеровании. Вычисление толщины стружки помогает избежать проблем, которые возникают, когда толщина стружки ниже определенного значения или выше заданного максимального уровня. При увеличении радиального контакта фрезы с заготовкой система АДЕМ снижает подачу, чтобы сохранить толщину стружки. Это позволяет гарантировать, что максимальная толщина стружки не станет чрезмерной и не приведет тем самым к сокращению стойкости инструмента или его поломке или к останову станка из-за возникшей перегрузки.

С другой стороны, работа со стружкой тоньше определенного минимального уровня особенно важна при обработке материалов, склонных к поверхностному упрочнению, таких как суперсплавы и титан. При образовании слишком тонкой стружки во время работы режущей кромки возникает зона упроч-



нения, которая затем обрабатывается следующим зубом. Обработка упрочненного слоя в три раза ускоряет износ инструмента и сокращает его стойкость.

Производители инструмента дают в каталогах как основную характеристику величину подачи на зуб при соответственно назначении ее постоянной величиной. Однако при проведении расчетного анализа выясняется, что при соблюдении постоянной подачи на зуб мы имеем чрезмерно тонкую стружку и сравнительно не высокое значение скорости резания. Как только мы назначим постоянной величиной именно толщину стружки, снимаемой каждым зубом фрезы, а подаче дадим возможность колебаться, то мы увидим, насколько может вырасти значение подачи и, как следствие, значение скорости резания. Такие расчеты проведены еще основоположниками HSM и новостью это не является, однако в алгоритмах всех без исключения САМ-систем это не заложено.

И в этой связи можем отметить, что в системе ADEM существует возможность задания постоянной толщины стружки или диапазона толщин. Равно как и постоянного значения подачи или диапазона подач. Таких возможностей больше нет ни у одной из конкурирующих систем. Справедливости ради можно заметить, что только Siemens NX обратило на этот факт внимание и выпустило версию (на полтора года позже АДЕМ!), в которой заявлено соблюдение постоянства толщины снимаемой стружки, однако на практике заявленная способность никак не проявляется.

В АДЕМе же наоборот можем указать практические примеры получения серьезного эффекта от разработанных нашими программистами алгоритмов пересчёта и оптимизации подачи по толщине снимаемой стружки для различных траекторий обработки:

Спиральная эквидистантная выборка с включенным режимом выдерживания толщины стружки:

РСК «МиГ» (Москва):

1. Высокопрочная нержавеющая сталь:
 - скорость удаления материала 18кг/час
 - режимы: скорость вращения шпинделя – 994 об/мин, толщина стружки – 0.18 мм.
 - Эффективность использования инструмента возросла примерно в 2-3 раза
2. Алюминиевый сплав Д-16 с малым припуском :

Фреза 20 мм, $Z=3$

$n = 5500$ об/мин.

При активизации функции постоянной толщины стружки подача достигала значения 11800 мм/мин.

Подача на зуб составила 0,72 мм и превысила номинальную подачу (рекомендуемую производителем инструмента) почти в три раза. Скорость выбора металла около 100 литров в час.

Регулировка подачи системой видна по тексту УП -



35 Подача/ 10520.000000	мм/мин;
35 Подача/ 11479.000000	мм/мин;
35 Подача/ 11661.000000	мм/мин;
35 Подача/ 21040.000000	мм/мин;
35 Подача/ 10520.000000	мм/мин;
35 Подача/ 10612.000000	мм/мин;
35 Подача/ 10520.000000	мм/мин;
35 Подача/ 11427.000000	мм/мин;
35 Подача/ 15720.000000	мм/мин;
35 Подача/ 14339.000000	мм/мин;
35 Подача/ 13621.000000	мм/мин;
35 Подача/ 14206.000000	мм/мин;
35 Подача/ 15364.000000	мм/мин;

НАПО им. Чкалова (Новосибирск):

На выборку 25 колодцев габаритами 150x80x90 мм было затрачено около 30 минут (Д16),

Скорость съема 140 кг/час с учетом потерь времени на холостые перемещения.

Вывод: В системе ADEM благодаря контролю постоянной толщины стружки удается задать гораздо большие значения подач и скоростей обработки и увеличить ее производительность. Кроме того, удастся плавнее регулировать усилия на приводах станка и благотворно влиять на условия работы режущего инструмента в зоне резания.

2. Получение винтовых поверхностей типа «шнек» на токарных станках.

Следующей важной особенностью системы ADEM CAM является возможность получение винтовых поверхностей типа «шнек» на обычных токарных станках. Такая задача возникла в свое время на предприятии АО «Тамбовский завод «Ревтруд» (концерн «Созвездие»). Согласно традиционной методике обработки шнеков необходимо применять токарно-фрезерные обрабатывающие центры с приводными инструментами по осям X, Y. Это сложное и весьма недешевое оборудование с ЧПУ, особенно, когда требуется обеспечить большую точность на поверхностях впадин шнека. Кроме того, конструкция закрепления резца в резцедержателе является априори более жесткой, чем конструкция закрепления и кинематическая схема приводного инструмента, что дает обработке резцом возможность получить большую точность и за меньшее количество проходов, нежели при выборке межлопастного пространства приводной фрезой. В связи со всем этим была поставлена и выполнена задача по получению винтовых поверхностей на обычном токарном оборудовании с ЧПУ.

Вывод: в отсутствие свободного фрезерного 4х-5ти координатного оборудования современная CAD/CAM система ADEM поможет реализовать обработку шнеков на токарном оборудовании с ЧПУ. Тем самым может быть решена и проблема равномерности загрузки парка станков.



3. **Обработка поднутрений на телах вращения:**
4. **Фрезерование пазов и окон на цилиндрических поверхностях:**
5. **5-ти координатная обработка в ADEM**
6. **Плунжерное фрезерование**

Перечисление возможностей, заложенных в современную версию АДЕМ и описание их практического применения требует очень много времени. Самое интересное заключается не только в их прямом использовании, но и в умении сочетать для достижения поставленных целей обработки. И здесь как никогда раньше возрастает роль подготовки будущих технологов. Причем можно начинать с азов – даже с дошкольного образования: не могу не сказать о роли СГАУ им Королева как научного спонсора проведения различных конкурсов, даже среди дошколят и младших школьников – я имею в виду конкурсы в Тольятти, информация о которых имеется и на нашем сайте www.adem.ru. Т.е. руководящая роль ВУЗов в формировании технического и инженерно-технического персонала сейчас возрастает многократно. Заделы в методическом обеспечении учебного процесса имеются и немалые.

Говоря о комплексном и даже творческом подходе к обработке дам один пример: обработку турбинных лопаток в АДЕМ можно провести, если можно так сказать, вопреки традиционным способам и при этом получить как выигрыш по времени, так и зеркальную поверхность из-под фрезы, не прибегая к полировке.

Однако существуют проблемы не только при создании оптимальных траекторий обработки и задании режимов резания, но и при разработке постпроцессора под определенный станок с ЧПУ. Например, предприятия нередко приобретают многокоординатные станки с урезанным функционалом по управлению центром инструмента в системе ЧПУ (RTCP). Это порой объясняется тем, что продавцы станков с ЧПУ просто не афишируют определенную техническую информацию - открытие в функционале системы ЧПУ команды управления центром инструмента G43.3 может привести к существенному повышению стоимости станка. Специалисты Группы компаний ADEM способны разработать постпроцессоры, заменяющие недостающие функции набором открытых команд для управления положением инструмента.

Одна из новых задач, с которой сегодня могут столкнуться поставщики САМ-систем, состоит в реализации работы с контрольно-измерительными циклами и необходимостью вывода результатов измерения в файл отчета. Эта задача тоже лежит в плоскости постпроцессорирования и она была успешно решена - создан отдельный постпроцессор с программированием измерительных циклов датчика и генерированием файла отчета.

Упомяну еще одну особенность: система ADEM имеет уникальный функционал, позволяющий в автоматическом режиме получать маршрут ЧПУ-обработки детали, - **модуль ADEM CAM Expert**.

Функционал модуля ADEM CAM Expert позволяет распознать обрабатываемые элементы 3D-модели детали и предлагает технологу-программисту маршрут обработки этой детали на станке. Модуль CAM Expert для каждого



обрабатываемого элемента детали в автоматическом режиме рассчитывает наиболее оптимальную траекторию обработки, осуществляет подбор режущего инструмента в зависимости от геометрии обрабатываемых поверхностей, а также рассчитывает режимы резания, для выбранного инструмента.

Целью данного доклада является показ полной конкурентоспособности отечественного ПО АДЕМ (CAD/CAM/CAPP/PDM системы АДЕМ-VX) в области технологической подготовки производства, т.е. его соответствия критериям импортозамещения. Характерная черта ПО АДЕМ это его легкая встраиваемость в существующие САПР-комплексы, сложившиеся на предприятиях, а это прямой путь к построению цифровизации на наших промышленных предприятиях. Наличие интерфейсов связи с другими системами уже дает нам возможность участвовать в нескольких проектах по переходу на цифровую модель производства. Благодаря глубокой внутренней интегрированности составляющих его модулей и учебный процесс становится более наглядным по сравнению с другими САПР, зарубежными и отечественными: преподавателю гораздо удобнее показывать современную сквозную технологию проектирования-производства в рамках одной системы (АДЕМ), нежели привлекать к этому несколько разнородных систем. Знаю, что в стенах СГАУ этот факт имеет прямое подтверждение.

М.А. Ситникова

РЕДУКЦИЯ СЛОЖНЫХ МОДЕЛЕЙ ВИРУСНОЙ ДИНАМИКИ

(Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королева)

Какой моделью описывается динамика ВИЧ-инфекции? При помощи какого метода возможно уменьшение порядка модели? Какие физические параметры необходимы для численного решения? Каков результат вычислений? Именно этот круг вопросов рассматривается в настоящей работе.

ВИЧ-инфекция – заболевание, вызванное вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ). В Международной Классификации Болезней X редакции (МКБ-10) выделяют пять основных проявлений ВИЧ-инфекции: в виде инфекционных и паразитарных болезней, злокачественных новообразований, других уточненных болезней и состояний, а также неуточненное. Многообразие форм, которые принимает данное заболевание, вызвано особенностями патогенеза ВИЧ. Источником и резервуаром ВИЧ-инфекции является человек на всех стадиях заболевания. Проникая в организм человека, вирус иммунодефицита поражает только специфические клетки, имеющие на своей поверхности CD4+-рецепторы, главным образом, клетки иммунной системы – Т-лимфоциты, моноциты, макрофаги и клетки микроглии. В результате пораженная клетка становится неспособной выполнять свою функцию и погибает от непосредственного разрушения вирусом, взаимодействия с Ткиллером или апоптоза, что при-